



物理實驗設計之一

題目：變壓器的繞製

變壓器可說是一般電器最不可缺的元件之一，舉凡電視、音響、馬達等均可看到它的踪影，就是實驗室常用儀器拆開一看，電源一進來，就是接在它的身上。所以若想自己設計家用電器或教具等，變壓器的繞製應該是首要的一課。變壓器顧名思義就是升降電壓的裝置，其原理乃利用交變電流流過初級線圈所產生之磁場變化以感應次級線圈而產生電壓，理論上輸出電壓與輸入電壓之比為次級線圈與初級線圈圈數之比，這是假設沒有能量損耗的前題下導出來的結果，實際情形如何呢？只有親自動手繞製變壓器驗證了！同時也可在做中學到不少寶貴的經驗。

1. 配合教材單元名稱：(1)國中三年級第十七章第三節：感應電流與發電機。(2)高工之變壓器單元。

2. 本實驗活動後，學生應發現之主要科學概念：

- (1) 安培定律：電流可產生磁場。
- (2) 法拉第定律：磁通量變化可感應出一“感應電動勢”。
- (3) 變壓器輸出電壓與輸入電壓之比為次級線圈與初級線圈圈數之比。

3. 本實驗活動中學生應發展之主要科學技能。

- (1) 設計實驗
- (2) 解釋數據

4. 實驗後學生應達成之學習行為目標：

- (1) 能繞製變壓器
- (2) 瞭解變壓器的功用
- (3) 能驗證電壓比與線圈圈數比之關係
- (4) 體驗電磁交互作用之現象
- (5) 會使用電壓器

5. 器材：34號銅心漆包線15公尺，U型鐵蕊兩個（半徑1公分，長5公分，寬2.5公分），強力膠，薄白紙，三用電表（或交流用安培計與伏特計）。

6. 實驗步驟：

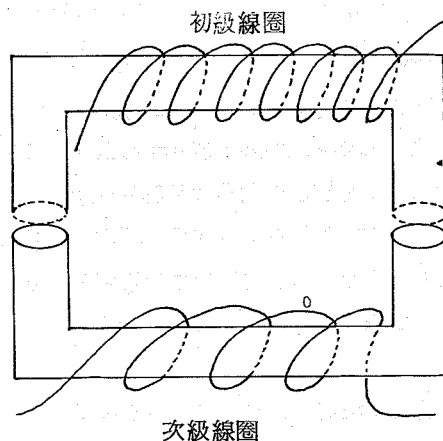
(A) 初級線圈之繞製：

- (1) 將強力膠均勻塗於鐵心上。
- (2) 將漆包線均勻繞在塗強力膠的鐵心上，圈與圈間儘量緊密，第一層共繞80圈。
- (3) 包上一層薄白紙，再如上法繼續繞第二層，注意繞時須與第一層同方向，如此繼續繞，共繞11層（視各人需要而定），即初級線圈共有880圈。

(B) 次級線圈之繞製：

以另一鐵心同上法繞兩層線圈共有160圈。

(C) 於初級線圈輸入不同的電壓（交流電），從次級線圈量出對應輸出電壓數。



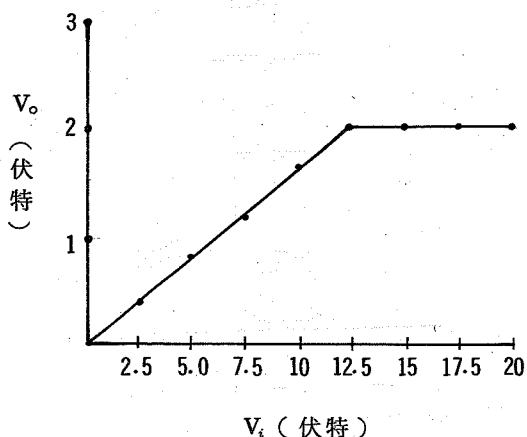
7. 實驗結果：

輸入電壓從0開始每從增加2.5伏特，直至飽和為止。數據如下：（經測得 $R_i = 19 \Omega$, $R_o = 3.3 \Omega$ ）次級線圈圈數 / 初級線圈圈數 = $\frac{N_o}{N_i} = \frac{160}{880} = \frac{2}{11} \approx 0.18$

輸入電壓 V_i (伏特)	0	2.5	5.0	7.5	10	12.5	15	17.5	20
輸出電壓 V_o (伏特)	0	0.53	0.95	1.4	1.9	2.3	2.3	2.3	2.3
$\frac{V_o}{V_i}$		0.17	0.19	0.18	0.19	0.18	0.16	0.13	0.11

從上表得知，輸入電壓 12.5 V 時，輸出電壓就呈現飽和現象，輸入電壓再升高，輸出電壓永遠是 2.3 伏特，不再上升，而 V_i 在 0 至 12.5 V 之間內， $\frac{V_o}{V_i} = \frac{N_o}{N_i} \approx 0.18$ 確實可從本實驗中獲得證明。

今若以圖形表示更可清楚看出在飽和現象產生之前， V_o 與 V_i 確是成正比的。



8. 探討問題：

- (1) 本實驗的變壓器是升壓器還是降壓器？
- (2) 若將初級線圈與次級線圈對換使用，則其功用有何變化？
- (3) 初級線圈與次級線圈電流之比與圈數比有何關係？為什麼？
- (4) 為什麼有飽和現象產生？
- (5) 當輸入電壓 20 V 時，初級線圈有發燙的現象，為什麼？

〔本文由國立臺灣師範大學物理系講師沈青嵩所提供〕

化學實驗設計之一

題目：氣體的擴散

1. 適合年級：高中二年級
2. 配合教材單元名稱：高中化學，東華書局印行，王澄霞編，第三章氣相。3-2.8 擴散。
3. 本實驗活動後，學生應發現之主要科學概念：
 - (1) 兩種氣體跑完同一距離時，速度快的氣體，所需時間較短。
 - (2) 氣體在一定體積之容器，由一小孔向外擴散的現象叫通孔擴散 (Effusion)。
 - (3) 不同質量而等數目的分子，在一定溫度、壓力下，於一定體積的容器向小孔擴散，其所需要時間不同；質量小的所需時間較短。
 - (4) 不同的氣體，具有不同的動能。動能與質量、速度有關，與溫度也有關。
 - (5) 同溫同壓下，等體積的氣體含有等數目的分子。
4. 本實驗活動中學生應發展之主要科學技能：
 - (1) 觀察不同氣體的擴散時間。
 - (2) 解釋不同擴散速率的原因。
 - (3) 預測某一種氣體擴散速率的大小。
 - (4) 通孔擴散的操作型定義。
 - (5) 應用擴散的時間，而求氣體的分子量。
5. 本活動後學生應達成之行爲目標：

學生應能—

 - (1) 描述通孔擴散的操作型定義。
 - (2) 計算通孔擴散所需之時間。
 - (3) 區別擴散速率的快慢。
 - (4) 使用通孔擴散方法，以比較而求出未知氣體之分子量。
 - (5) 正確地裝置通孔擴散的儀器。
6. 實驗器材：

氣球、T 型開關 (三開口開關)、試管 1、玻璃管、稀鹽酸 25 ml、大理石碎片 10g、針筒 (35 ml)、夾子 1、橡皮塞 (配合試管，有孔

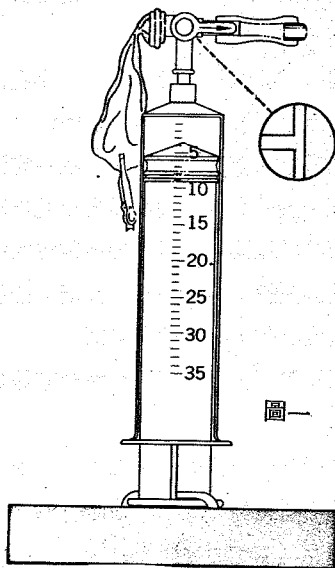
1、橡皮管、鋅 4g。

7. 實驗步驟：

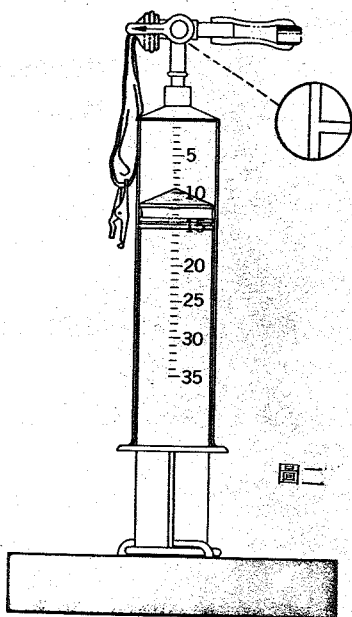
(A) 測量空氣

(1) 抽掉氣球內之空氣

如圖一所示，將T形開關移至固定位置，使針筒之孔與氣球相通，而氣球及針筒都不與右邊之小孔相通，以抽掉氣球內之空氣。當把針筒的活塞向下拉時，氣球會變扁，而多餘之空氣即流入針筒。將T形開關轉至如圖二的位置，以免空氣流入壓扁了的氣球內部。



圖一



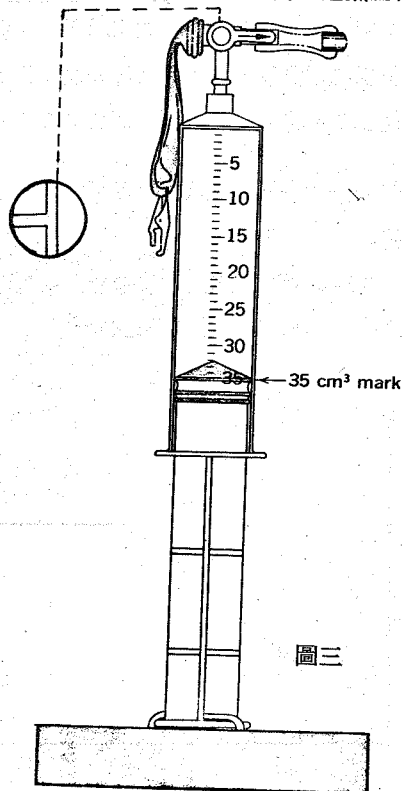
圖二

(2) 使針筒充氣

要使針筒充滿空氣，則將T形開關與針筒分開，並將針筒活塞外抽，抽入空氣，使剛好至 35 cm^3 記號處。

(3) 使氣球充氣

將T形開關與針筒再連接，使針筒中之空氣進入氣球。如圖三所示，並將針筒內之氣體打入氣球。



圖三

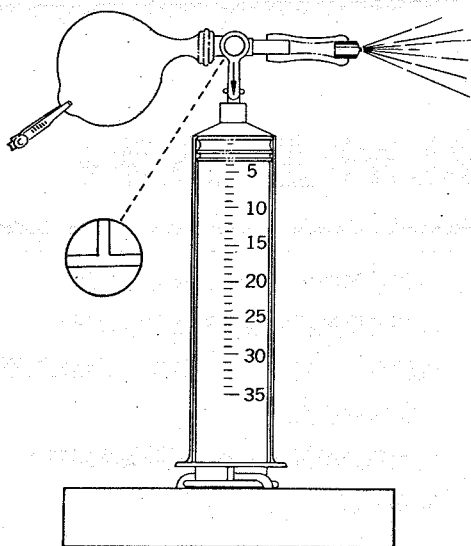
(4) 測量擴散的時間

如圖四，將T形開關轉至氣球與針孔（在右邊）相通，而測量擴散之時間，由轉開關起至鱈魚夾子向下落為止的時間即為擴散時間。重複做5次，再求平均值。

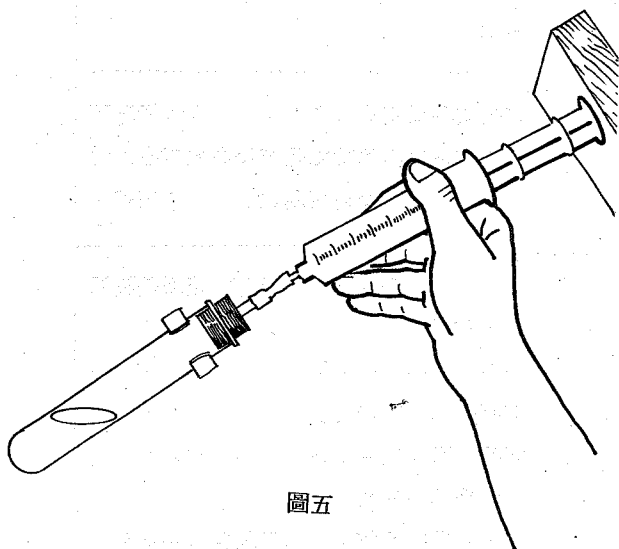
(B) 測量氫氣

如上法壓扁氣球，使氣球內不含任何氣體。然後如圖五製備氫氣：放4g的鋅於試管中，再加入 15 cm^3 的稀鹽酸。使氣體發生器中之物質作用約30秒，以趕走試管內之空氣。

將T形開關自針筒移開，並將針筒內之空氣壓出。然後將針筒如圖五，與氫氣發生器相接。氫氣體之壓力會將氫氣壓入針筒，至超過 35 cm^3



圖四



圖五

刻度時停止。

移開針筒，趕出一部分氫氣，使至 35 cm^3 記號處，並將針筒與 T 形開關連接。

如圖三，將針筒內之氫氣壓入汽球，然後如圖四，測量通孔擴散時間。

如此重複幾次，然後求平均值。

(C) 測量二氧化碳

如同氫氣，但以 10 g 大理石碎片代替鋅與半試管的稀鹽酸作用，以產生二氧化碳。

8. 實驗結果之處理：

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\sqrt{M_1}}{\sqrt{M_2}}$$

t_1氣體 1 之擴散時間

t_2氣體 2 之擴散時間

M_1已知氣體分子量為 M_1

M_2未知氣體分子量

9. 實驗結果：

擴散時間之關係如下：

二氧化碳 > 空氣 > 氫

即擴散所需時間二氧化碳最長，空氣次之，氫氣最短。

10. 探討問題：

(1) 分子運動的速度與質量的關係如何？

(2) 假如本實驗氣體擴散之小孔的直徑為 10^{-4} m ，而某氣體分子的直徑為 10^{-10} m 。

(a) 分子直徑與小孔直徑之比如何？

(b) 若以直徑 1 cm 的大理石代表氣體分子，則本實驗之小孔的大小應為何？

11. 參考資料

(1) Physical Science II, Newton College of the Sacred Heart, Newton, Massachusetts. 1972.

(2) 本實驗為在一定溫度壓力下，不同質量而於相同體積之容器中的等分子數目之氣體，其擴散時間之比較。本實驗之設計不必計算分子數目，就可確定分子數目相等。其原因如下：

$$\text{分子數目} = \frac{\text{氣體質量}}{1 \text{ 個分子質量}}$$

$$1\text{ cm}^3 \text{ 的分子數目} = \frac{\frac{\text{氣體質量}}{1 \text{ 個分子質量}}}{\text{氣體體積}}$$

$$= \frac{\text{氣體質量} / \text{氣體體積}}{1 \text{ 個分子質量}} = \frac{\text{氣體密度}}{1 \text{ 個分子質量}}$$

1 個分子的質量可由分子式求出，氣體密度

可查表，因此每 cm^3 的氣體分子數目如下表：

氣 體	密度 (g/cm^3)	分子質量 (g)	每 cm^3 之分子數目
空氣 (大部分是 N_2)	1.2×10^{-3}	4.7×10^{-23}	2.5×10^{19}
CO_2	1.8×10^{-3}	7.3×10^{-23}	2.5×10^{19}
H_2	8.4×10^{-5}	3.3×10^{-24}	2.5×10^{19}

由上表可知只要等體積之氣體，在同溫同壓下，必含有等數目的分子。

[本實驗由國立臺灣師範大學化學系講師黃寶鈿所提供]